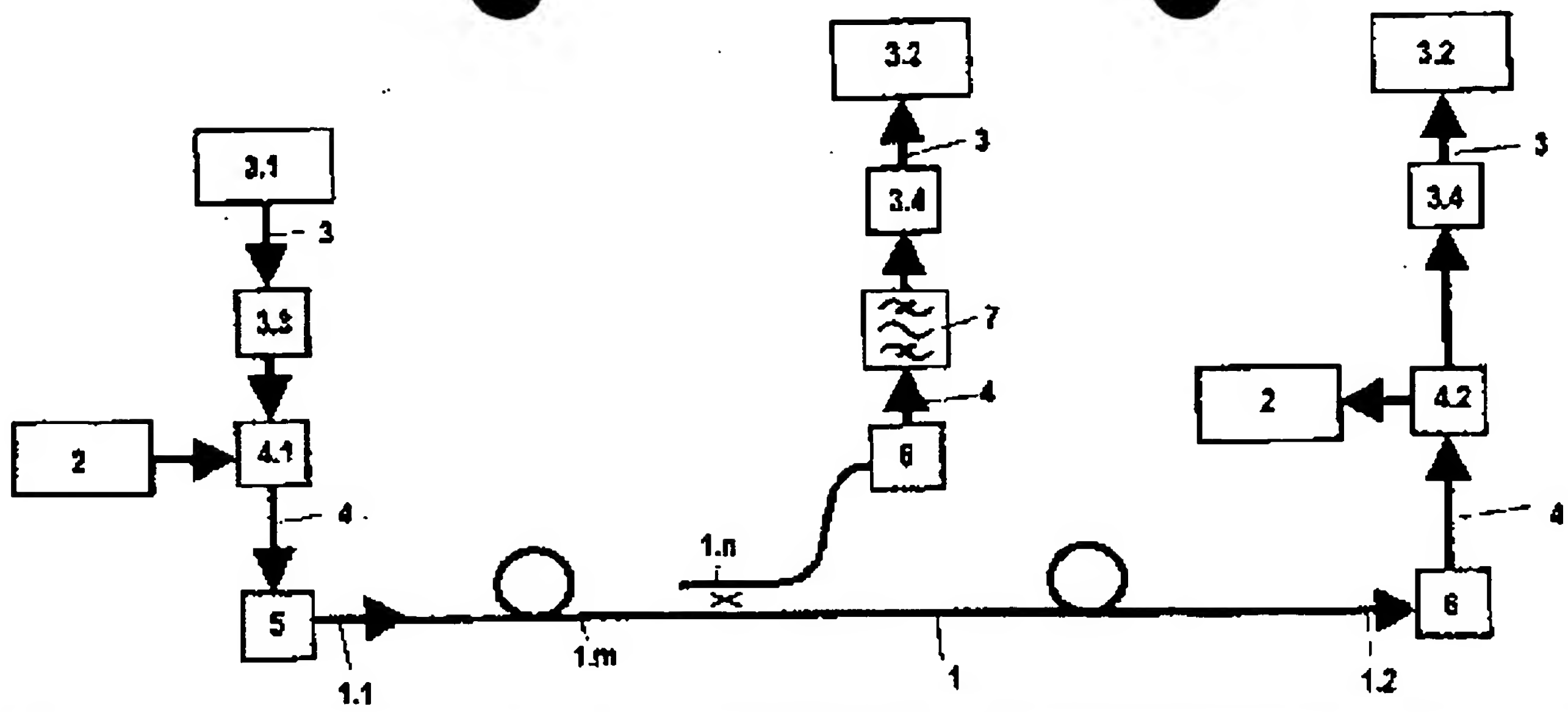


AN: PAT 2002-280282  
TI: Identification of channels divided by wavelength in optical transmission network and assessment of their quality, employs high frequency, coded test signal  
PN: WO200186847-A1  
PD: 15.11.2001  
AB: NOVELTY - A low rate test signal (3) is generated by a transmitter (3.1) in a narrow frequency range above the highest transmission frequency used. It carries coded identification information and is used for quality testing and network management. The test signal is frequency multiplexed with the working signal (2) by electrical addition. It is coupled into the optical transmission network (1) as a composite signal (4). After completing an optical transmission path (1.m) to another network node or element (1.n) the test signal (3) is coupled out, demodulated and decoded. DETAILED DESCRIPTION - The information content is used to identify the signal. The control signal is assessed conventionally for its quality. This is employed to deduce the quality of the working signal, there being a direct relationship between the two qualities.; USE - To identify channels separated by wavelength, and determine their quality, in optical transmission systems. For network quality testing and management. ADVANTAGE - At the same time as determining channel identity and quality, if appropriate, signaling information can be transmitted with the working signal, to network components. Optical circuit functionality is verified and network management information is transmitted between individual components, or between components and network management system. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - A schematic representation of a transmission path is shown. optical transmission network 1 low rate test signal 3 working signal 2 composite signal 4  
PA: (HERT-) HERTZ INST NACHRICHTENTECH BERLIN HEINRI;  
IN: ROHDE M;  
FA: WO200186847-A1 15.11.2001; **DE10024238**-A1 03.01.2002;  
CO: AT; BE; CA; CH; CN; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; JP; LU; MC; NL; PT; SE; TR; US; WO;  
DN: CA; CN; JP; US;  
DR: AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LU; MC; NL; PT; SE; TR;  
IC: H04B-010/08; H04J-014/02; H04L-001/20;  
MC: W02-C04B4B; W02-C04C1; W02-K04;  
DC: W02;  
FN: 2002280282.gif  
PR: DE1024238 12.05.2000;  
FP: 15.11.2001  
UP: 20.05.2002





①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 24 238 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 04 B 10/08**  
H 04 L 1/20  
H 04 J 14/02

⑲① Aktenzeichen: 100 24 238.3  
⑲② Anmeldetag: 12. 5. 2000  
⑲③ Offenlegungstag: 3. 1. 2002

**DE 100 24 238 A 1**

⑲⑦ Anmelder:  
Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik  
Berlin GmbH, 10587 Berlin, DE  
  
⑲④ Vertreter:  
Hoffmann, H., Dipl.-Ing., Pat.-Ass., 10117 Berlin

⑲⑦ Erfinder:  
Rohde, Michael, Dipl.-Ing., 13507 Berlin, DE  
  
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 195 38 755 A1  
GB 23 14 224 A

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Qualitäts- und Identitätskontrolle von Wellenlängenkanälen in optischen Übertragungsnetzen

⑤⑦ Zur Qualitätssicherung der Datenübertragung muß die Güte der übertragenen Daten überprüft werden. Weiterhin ist die Kontrolle der Identität von Wellenlängenkanälen sowie die Übertragung von Netzmanagementinformationen erforderlich.

Erfindungsgemäß wird ein niederratiges Kontrollsignal einer Trägerfrequenz, die unmittelbar oberhalb der höchsten für die Übertragung relevanten Nutzsignalfrequenz liegt, aufmoduliert, in einem elektrischen Frequenzmultiplexverfahren dem Nutzsignal hinzugefügt und als Summensignal in das Übertragungsnetz eingekoppelt.

Das Kontrollsignal enthält Informationen für die Identitätskennzeichnung der Wellenlängenkanäle, für die Qualitätsbeurteilung sowie Netzmanagementinformationen.

Aus dem Summensignal wird nach Durchlaufen der Übertragungsstrecke das Kontrollsignal ausgekoppelt und bezüglich Informationsgehalt und Qualität ausgewertet.

Die Qualität wird mit üblichen Verfahren ermittelt. Weil die Degradationseffekte das Kontrollsignal wegen seiner höheren Frequenzanteile stärker beeinträchtigen als das Nutzsignal, kann im Rahmen einer "worst-case" Abschätzung von der Qualität des Kontrollsignals auf die Qualität des Nutzsignals geschlossen werden.

Der Vorteil dieses Verfahrens besteht insbesondere darin, daß für die Erzeugung und Auswertung des Kontrollsignals, da es auf eine schmalbandige Trägerfrequenz moduliert wird, handelsübliche und preiswerte Elektronikkomponenten eingesetzt werden können. Die Ermittlung z. B. der Bitfehlerrate ...

**DE 100 24 238 A 1**

## Beschreibung

[0001] In optischen Übertragungsnetzen werden die Datensignale, die in sehr hoher Dichte und mit sehr hoher Geschwindigkeit übertragen werden, durch die Transportstrecken und die in den Netzen vorhandenen Übertragungskomponenten degradiert. Die Nutzer der Kommunikationsnetze erwarten eine fehlerfreie Datenübertragung. Damit die Fehlerfreiheit gewährleistet werden kann, muß die Güte der übertragenen Daten kontinuierlich oder in definierten Abständen überprüft werden. Zumindest aber vor einer Inbetriebnahme bzw. Wiederinbetriebnahme einer Übertragungsstrecke ist die Qualität der Datenübertragung zu ermitteln. Weiterhin ist die Kontrolle der Identität von Wellenlängenkanälen in optischen Netzen erforderlich. Außerdem müssen Netzmanagementinformationen (u. a. zu Signalisierungs- bzw. Steuerungszwecken) zu Netzelementen im optischen Netz übertragen werden.

[0002] Lösungen zur gleichzeitigen Realisierung vorgenannter Aufgaben sind bisher nicht bekannt. Bekannte Lösungen ermöglichen eine gleichzeitige Kontrolle der Identität und der Qualität des optischen Signals nicht oder nur mit Einschränkungen.

[0003] Eine bewährte Methode zur Bestimmung der Signalgüte ist die Ermittlung der Bitfehlerrate (BER). Bei dieser Methode wird entweder ein bekanntes Datensignal ausreichender Länge, in dem mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Fehler auftritt, oder ein Fehlererkennungscode übermittelt und die ermittelten Fehler werden ausgezählt. Der Nachteil dieser Methode besteht in der Vielzahl der zu übertragenden und auszuwertenden Bits, wodurch diese Methode sehr zeitaufwendig ist und keine sofortige (echtzeitnahe) Aussage über die Güte der Datensignale möglich ist. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß die breitbandigen Einrichtungen, die bei hohen Datenraten erforderlich sind, teuer sind. Außerdem kann dieses Verfahren nicht während der Betriebsphase angewandt werden, da anstelle des Nutzsignals ein bekanntes Signal übertragen werden muß.

[0004] Um den Aufwand gegenüber den Verfahren zur Ermittlung der Bitfehlerrate zu reduzieren, werden Histogrammverfahren angewendet, bei denen das Nutzsignal zur Erstellung einer Amplitudenstatistik verwendet wird, aus der Rückschlüsse auf die Nutzsignalqualität und evtl. Störursachen abgeleitet werden. Ein derartiges Verfahren wird beschrieben in C. M. Weinert et al "Histogram method for identification and evaluation of crosstalk" (OFC 2000, Technical Digest, ThD5, S. 56-58, 2000).

[0005] Eine Überwachung der Nutzsignalidentität ist mit diesen Verfahren nicht möglich.

[0006] Für die Übertragung von Management-Informationen (z. B. zur Signalisierung bzw. Steuerung von Netzelementen) ist in "Spread spectrum in-band signalling channel for all optical WDM-Networks" ECOC'99, 26-30 September 1999, Nice, France ein CDMA-Verfahren beschrieben worden. Hierbei wird ein Signalisierungssignal auf das Nutzsignal aufmoduliert. Die Datenrate des Signalisierungskanals ist bei diesen Verfahren durch die Bandspreizung und die tolerierbare Interferenz mit dem Nutzsignal begrenzt. Eine Aussage über die Qualität des Nutzsignals kann und soll bei diesem Verfahren nicht abgeleitet werden, eine Aussage über die Identität wäre grundsätzlich möglich.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren anzugeben, mit dem sowohl Identitätskennzeichen zur Identifizierung des jeweiligen Wellenlängenkanals übertragen werden als auch eine Aussage zur Übertragungsqualität des Nutzsignals über eine optische Übertragungsstrecke ermöglicht wird und gegebenenfalls Signalisierungsinformationen an Netzkomponenten mit dem Nutzsignal übertra-

gen werden.

[0008] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst, indem ein niederratiges Kontrollsignal einer Trägerfrequenz aufmoduliert und in einem elektrischen Frequenzmultiplexverfahren dem Nutzsignal hinzugefügt wird, wobei die Trägerfrequenz unmittelbar oberhalb der höchsten für die Übertragung relevanten Nutzsignalfrequenz gewählt wird. Das Kontrollsignal wird durch einen Kontrollsignalsender bereitgestellt und enthält kodierte Informationen für die Identitätskennzeichnung der Wellenlängenkanäle und für die Qualitätsbeurteilung der Übertragungsstrecke sowie Netzmanagementinformationen, beispielsweise zur Steuerung von Netzelementen. Das Summensignal wird anschließend in das optische Übertragungsnetz eingekoppelt.

[0009] Aus dem Summensignal wird nach Durchlaufen eines optischen Übertragungsweges, der ein Teilstück einer optischen Übertragungsstrecke sein kann, an einem optischen Netzknoten bzw. einem Netzelement ein kleiner Teil der optischen Leistung zur Auswertung des Kontrollsignals ausgekoppelt. Ein schneller Photodetektor sorgt für eine opto-elektrische Wandlung, durch Filterung und neuerliche Frequenzumsetzung wird das niederratige digitale Kontrollsignal wiedergewonnen und im digitalen Empfänger bezüglich Informationsgehalt und Qualität ausgewertet. Die Information, die mit dem Kontrollsignal übertragen wird, dient einerseits der Identifizierung des Signals, d. h. Verifizierung der optischen Schaltfunktionalität, und andererseits der Übertragung von Netzmanagementinformation zwischen Netzelementen oder zwischen Netzmanagementsystem und Netzelementen.

[0010] Die Qualität des Kontrollsignals, d. h. die Bitfehlerrate BER, wird mit üblichen Verfahren ermittelt. Aus der Qualität des Kontrollsignals wird auf die Qualität des Nutzsignals geschlossen. Weil die Degradationseffekte auf der optischen Übertragungsstrecke das Kontrollsignal wegen seiner höheren Frequenzanteile stärker beeinträchtigen als das Nutzsignal, kann im Rahmen einer "worst-case" Abschätzung von der Qualität des Kontrollsignals auf die Qualität des Nutzsignals geschlußfolgert werden. Somit kann stets eine definierte Qualität des Nutzsignals sichergestellt werden.

[0011] Der Vorteil dieses Verfahrens besteht insbesondere darin, daß für die Erzeugung und Auswertung des Kontrollsignals, da es auf eine schmalbandige Trägerfrequenz moduliert wird, handelsübliche und preiswerte Elektronikkomponenten eingesetzt werden können. Die Ermittlung z. B. der Bitfehlerrate des niederratigen Kontrollsignals kann wesentlich einfacher erfolgen als für das breitbandige und hochrati- gige Nutzsignal. Da die Übertragungsqualität der optischen Übertragungsstrecke anhand der Qualität des Kontrollsignals ermittelt wird, kann diese, neben der kontinuierlichen Überwachung des aktuellen Nutzsignals während des Betriebs auch vor der Inbetriebnahme bzw. Wiederinbetriebnahme, z. B. nach Wartungsarbeiten des Netzes, ohne Ermittlung eines Nutzsignals ermittelt werden. Außerdem besteht bei diesem Verfahren die Möglichkeit, durch gezielte Erhöhung der Trägerfrequenz des Kontrollsignals und Auswertung der Qualität des übertragenen Kontrollsignals auf die mögliche Erhöhung der Nutzsignalfrequenz und damit der Datenrate bei hinreichender Nutzsignalqualität zu schlußfolgern.

[0012] Ein weiterer Vorteil der erfinderischen Lösung besteht darin, daß an jedem beliebigen optischen Netzknoten oder Netzelement innerhalb der optischen Übertragungsstrecke ein kleiner Teil der optischen Leistung zur Auswertung des Kontrollsignals aus dem Summensignal ausgekoppelt wird. Somit können an jedem optischen Netzknoten

oder Netzelement die relevanten Informationen, wie Identitätskennzeichen und Netzmanagementinformationen empfangen und ausgewertet werden. An jedem dieser Netzknoten bzw. Netzelemente wird die Qualität des bis hierhin zurückgelegten Übertragungsweges festgestellt, wodurch Fehlerursachen der optischen Übertragung gezielt und schnell ermittelt werden können.

[0013] Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Die zugehörigen Zeichnungen stellen dar:

[0014] Fig. 1: Prinzipdarstellung einer Übertragungsstrecke

[0015] Fig. 2: Nutzsignal und Kontrollsignal im HF-Spektrum

[0016] Fig. 3: Nutzsignal und Kontrollsignal im optischen Spektrum

[0017] In der Fig. 1 ist eine Nachrichtenübertragungsstrecke mit einer optischen Übertragungsstrecke 1 im Prinzip dargestellt.

[0018] Das Kontrollsignal 3 wird durch einen Kontrollsignalsender 3.1 bereitgestellt. Es beinhaltet Informationen, die sowohl der Identifizierung des Nutzsignals 2, d. h. der Verifizierung der optischen Schaltfunktionalität, als auch der Ermittlung der Übertragungsqualität sowie gegebenenfalls dem Netzmanagement, beispielsweise als Signalisierungs- und Steuerungsinformationen für die Netzelemente eines optischen Netzes, dienen können. Das Kontrollsignal 3 wird in einem HF-Modulator 3.3 auf eine Trägerfrequenz aufmoduliert. Die gewählte Trägerfrequenz liegt oberhalb der höchsten für die Übertragung relevanten Nutzsignalfrequenz.

[0019] Das Nutzsignal 2 wird durch einen elektrischen Frequenzmultiplexer 4.1 mit dem Kontrollsignal 3 zu einem Summensignal 4 zusammengefügt. Dieses Summensignal 4 wird durch einen optischen Modulator 5 auf eine durch einen Laser bereitgestellte optische Trägerfrequenz moduliert und am Einspeisepunkt 1.1 in das optische Übertragungsnetz 1 eingekoppelt. Am Endpunkt der optischen Übertragungsstrecke 1.2 wird das optische Signal mittels eines optischen Demodulators 6 (z. B. Photoempfänger) in ein elektrisches Signal, das Summensignal 4, bestehend aus Nutzsignal 2 und Kontrollsignal 3, umgewandelt. Aus dem Summensignal 4 werden in einem elektrischen Frequenzdemultiplexer 4.2 das Nutzsignal 2 und das Kontrollsignal 3 getrennt herausgelöst. Das Nutzsignal 2 wird für weitere Übertragungszwecke bereitgestellt.

[0020] Das Kontrollsignal 3 wird in einem HF-Demodulator 3.4 in das Basisband rücktransformiert und an den Kontrollsignalempfänger 3.2 zur Auswertung weitergeleitet.

[0021] Eine ähnliche Anordnung, wie sie am Ende 1.2 der optischen Übertragungsstrecke 1 vorgesehen ist, kann an jedem Netzknoten bzw. Netzelement 1.n angeordnet werden. Da an diesen Netzknoten bzw. Netzelementen 1.n das Nutzsignal 2 nicht benötigt wird und nur das Kontrollsignal 3 ausgewertet werden soll, wird in einem Bandpaßfilter 7, das dem optischen Demodulator 6 nachgeschaltet ist, lediglich das Kontrollsignal 3 aus dem Summensignal 4 herausgefiltert und an einen HF-Demodulator 3.4 zur Rücktransformation in das Basisband weitergeleitet. Das Kontrollsignal wird in dem nachfolgenden Kontrollsignalempfänger 3.2 ausgewertet.

[0022] Die mit dem Kontrollsignal 3 übertragenen Informationen werden mit herkömmlichen Verfahren ausgewertet und zur Signalidentifikation sowie gegebenenfalls als Netzmanagementinformationen, beispielsweise als Steuerungsinformationen für Netzelemente, genutzt.

[0023] Das durch den Kontrollsignalempfänger 3.2 empfangene Kontrollsignal 3 wird mittels bekannter und übli-

cher Methoden zur Ermittlung der Bitfehlerrate BER hinsichtlich seiner Qualität ausgewertet, um Rückschlüsse auf die Qualität der Übertragungsstrecke ziehen zu können. Da das Kontrollsignal 3 schmalbandig ist und eine geringe Datenrate aufweist, kann die Bitfehlerrate BER mit vergleichsweise geringem Aufwand ermittelt werden.

[0024] Zur sicheren Übertragung der Informationen können vor allem konventionelle Verfahren der Kanalkodierung bzw. Vorwärts-Fehlerkorrektur (Forward Error Correction - FEC) eingesetzt werden. Diese Verfahren beinhalten eine für den jeweiligen Kanal optimierte Fehlerschutzkodierung, für die im jeweiligen Datenkanal eine gewisse zusätzliche Kapazität (Overhead, Redundanz) zu reservieren ist.

[0025] Die Anwendung dieser an sich bekannten Fehlerschutzkodierung auf den Kontrollkanal hat den Vorteil, daß einerseits sensible Informationen, wie insbesondere die Steuersignale für die Netzelemente, störungsfrei übertragen werden und gleichzeitig aus der Aktivität eines Fehlerkorrekturalgorithmus die Bitfehlerrate im Kontrollkanal einfach ermittelt wird und somit auf die Qualität der Übertragung geschlossen werden kann.

[0026] Da die Degradationseffekte auf der optischen Übertragungsstrecke 1 das Kontrollsignal 3 wegen seiner höheren Frequenzanteile stärker beeinträchtigen als das Nutzsignal 2 mit den geringeren Frequenzanteilen, kann aus der Bitfehlerrate des Kontrollsignals 3 eine "worst-case-Abschätzung" für die Bitfehlerrate des Nutzsignals 2 durchgeführt werden. D. h. wenn das übertragene Kontrollsignal 3 am Kontrollsignalempfänger 3.2 eine hinreichende Qualität aufweist, ist in jedem Falle auch eine ausreichende Übertragungsqualität des Nutzsignals 2 sichergestellt.

[0027] Die Ermittlung der Übertragungsqualität muß bei diesem Verfahren nicht besonders schnell erfolgen, da hier ein Trend erkennbar ist und die Fehlerquote des Kontrollsignals immer ansteigt, bevor das Nutzsignal beeinträchtigt wird, so daß rechtzeitig entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden können.

[0028] Da die Übertragungsqualität der optischen Übertragungsstrecke 1 anhand der ermittelten Qualität des übertragenen Kontrollsignals 3 ermittelt wird, kann diese auch ermittelt werden, ohne daß ein Nutzsignal 2 übertragen werden muß. Somit kann dieses Verfahren auch vor der Inbetriebnahme einer Übertragungsstrecke 1 angewendet werden, um die Qualität des Nutzsignals von Anfang an sicherzustellen. Außerdem kann durch gezielte schrittweise Erhöhung der Trägerfrequenz des Kontrollsignals 3 und jeweilige Auswertung der Qualität des Kontrollsignals 3 festgestellt werden, bis zu welcher Frequenz das Nutzsignal 2 erhöht werden darf, um noch eine hinreichende Übertragungsqualität zu erzielen.

[0029] Die unterschiedlichen Trägerfrequenzen können mittels eines abstimmbaren HF-Modulators 3.3 bzw. HF-Demodulators 3.4 oder als abgestufte Trägerfrequenzen durch verschiedene fest eingestellte HF-Träger bereitgestellt werden.

[0030] In der Fig. 2 wird das Nutzsignal 2 sowie das Kontrollsignal 3 im HF-Spektrum, wie es als Summensignal 4 vor der Modulation auf die optische Trägerfrequenz zur Verfügung steht, dargestellt. Aufgetragen ist die elektrische Leistungsdichte im logarithmischen Maßstab. Das Nutzsignal 2 überstreicht ein Spektrum von 0 bis ca. 9,75 GHz, während das Kontrollsignal 3 ein Frequenzspektrum von ca. 9,75 bis 10,25 GHz aufweist. Bei dem Kontrollsignal 3 handelt es sich um ein niederratiges Signal, das auf eine Trägerfrequenz aufmoduliert wird, die oberhalb der höchsten für die Übertragung relevanten Nutzsignalfrequenz gewählt wird. Die Trägerfrequenz für das Kontrollsignal 3 wurde in diesem Beispiel mit 10 GHz gewählt. Oberhalb des Kon-

trollsignals 3 ist ein Anteil des Nutzspectrums dargestellt, der für die Übertragung des Nutzspectrums 2 nicht genutzt wird. Dieser Anteil weist eine sehr hohe Dämpfung (zwischen 10 und 40 dB) auf. Er kann durch entsprechend gewählte Filter aus dem HF-Spektrum herausgefiltert oder noch stärker bedämpft werden, so daß er praktisch nicht mehr vorhanden ist.

[0031] In der Fig. 3 wird das Nutzspectrum 2 sowie das Kontrollsignal 3 im optischen Spektrum, wie es als Summensignal 4 nach der Modulation auf die optische Trägerfrequenz in die optische Übertragungsstrecke 1 eingekoppelt wird, dargestellt. Aufgetragen ist die optische Leistungsdichte im logarithmischen Maßstab. Sie ist bezogen auf die verwendete optische Trägerfrequenz (Laserfrequenz) von 193,1 THz. Hier ist ebenfalls der oberhalb des Kontrollsignals 3 vorhandene Anteil des Nutzspectrums dargestellt, der für die Übertragung des Nutzspectrums 2 nicht genutzt wird. Dieser Anteil weist hier eine noch stärkere Dämpfung als im HF-Spektrum auf. Sofern dieser Anteil bereits aus dem HF-Spektrum herausgefiltert wurde, ist er im optischen Spektrum praktisch nicht mehr vorhanden.

[0032] Der wesentliche Vorteil beim Empfang und der Auswertung des Kontrollsignals 3 besteht darin, daß auf Grund der Schmalbandigkeit und Niederratigkeit des Kontrollsignals 3, handelsübliche und preiswerte Elektronikkomponenten eingesetzt werden können.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Qualitäts- und Identitätskontrolle von Wellenlängenkanälen in optischen Übertragungsnetzen wobei das Nutzspectrum um ein Kontrollsignal ergänzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß mit einem niederratigen Kontrollsignal (3) in einem schmal begrenzten Frequenzbereich oberhalb der höchsten für die Übertragung relevanten Nutzspectralfrequenz kodierte Informationen zur Identitätskennzeichnung, zum Qualitätstest und zum Netzmanagement übertragen werden, wobei das Kontrollsignal (3) durch einen Kontrollsignal-sender (3.1) bereitgestellt und in einem Frequenzmultiplexverfahren zum Nutzspectrum (2) elektrisch addiert und in das optische Übertragungsnetz (1) als Summensignal (4) eingekoppelt wird, aus dem nach Durchlaufen eines optischen Übertragungsweges (1.m) an einem anderen Netzknoten/Netzelement (1.n) das Kontrollsignal (3) ausgekoppelt, demoduliert und dekodiert wird, wobei der Informationsinhalt zur Feststellung der Signalidentität genutzt wird, die übertragenen Managementinformationen an die entsprechenden Netzelemente weitergeleitet werden und das Kontrollsignal mittels bekannter Verfahren hinsichtlich seiner Güte ausgewertet wird und von der ermittelten Güte des Kontrollsignals (3) auf die Güte des Nutzspectrums (2) geschlußfolgert wird, da ein direkter Zusammenhang zwischen der Qualität der Übertragung des höherfrequenten Kontrollsignals (3) und der Qualität der Übertragung des niederfrequenten Nutzspectrums (2) besteht.
2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer "worst-case" Abschätzung von der Qualität des Kontrollsignals (3) auf die Qualität des Nutzspectrums (2) geschlußfolgert wird, da die Degradationseffekte auf der optischen Übertragungsstrecke (1) das Kontrollsignal (3) wegen seiner höheren Frequenzanteile stärker beeinträchtigen als das Nutzspectrum (2).
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2 dadurch gekennzeichnet, daß die Qualität des Kontrollsignals (3) über die Ermittlung der Bitfehlerhäufigkeit bestimmt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet,

daß aus der Aktivität eines Fehlerkorrekturalgorithmus die Bitfehlerrate im Kontrollkanal ermittelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß vor der Inbetriebnahme/Wiedereinbetriebnahme einer Übertragungsstrecke (1) lediglich das Kontrollsignal (3) übertragen und hinsichtlich der Übertragungsqualität ausgewertet wird, um die Qualität des Nutzspectrums von Anfang an sicherzustellen.

6. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß das Kontrollsignal (3) in einem abstimmbaren Modulator (3.4) auf eine Trägerfrequenz aufmoduliert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß eine abgestufte Trägerfrequenz durch verschiedene fest eingestellte HF-Träger bereitgestellt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß durch gezielte, schrittweise Erhöhung der Trägerfrequenz des Kontrollsignals (3) und anschließende Auswertung der Qualität des übertragenen Kontrollsignals 3 festgestellt wird, bis zu welcher Maximalfrequenz die Trägerfrequenz des Nutzspectrums (2) erhöht werden darf, um noch eine hinreichende Übertragungsqualität zu gewährleisten.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

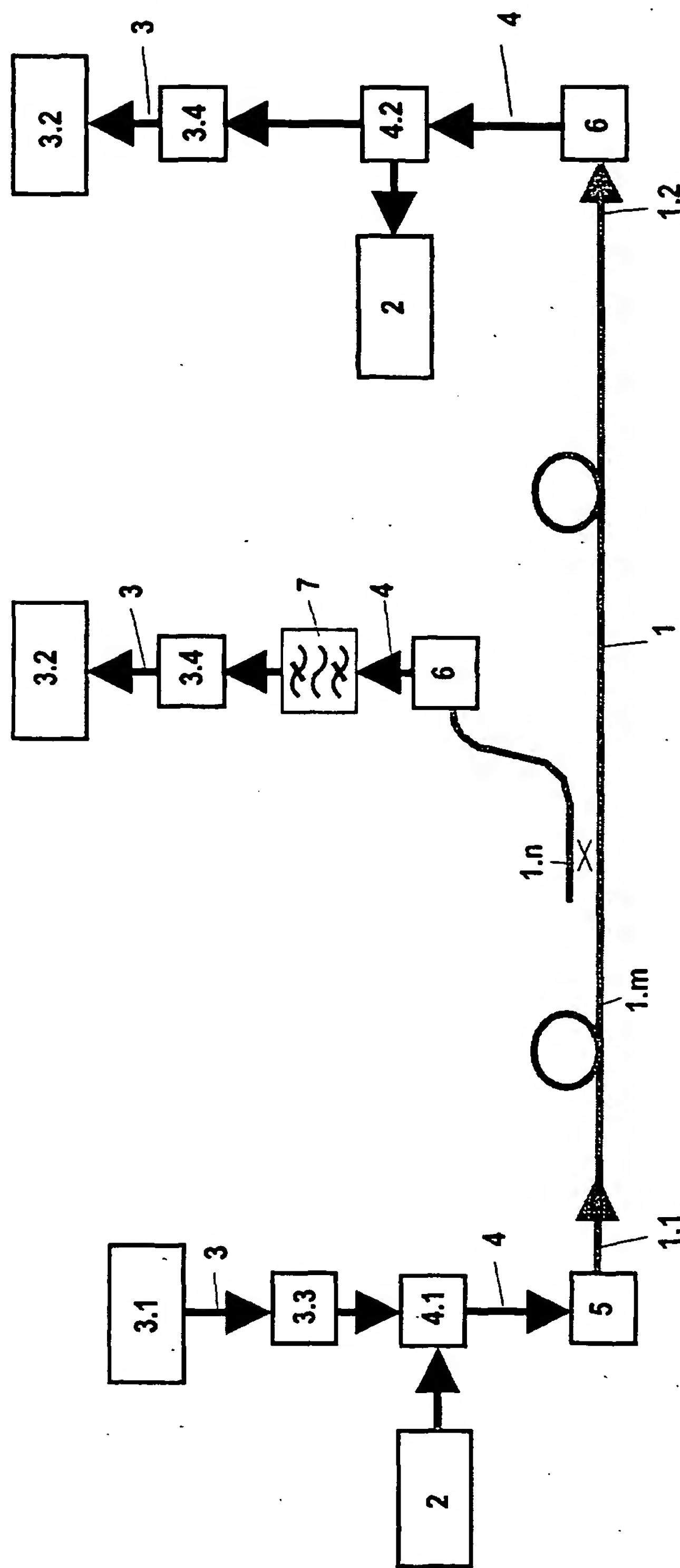
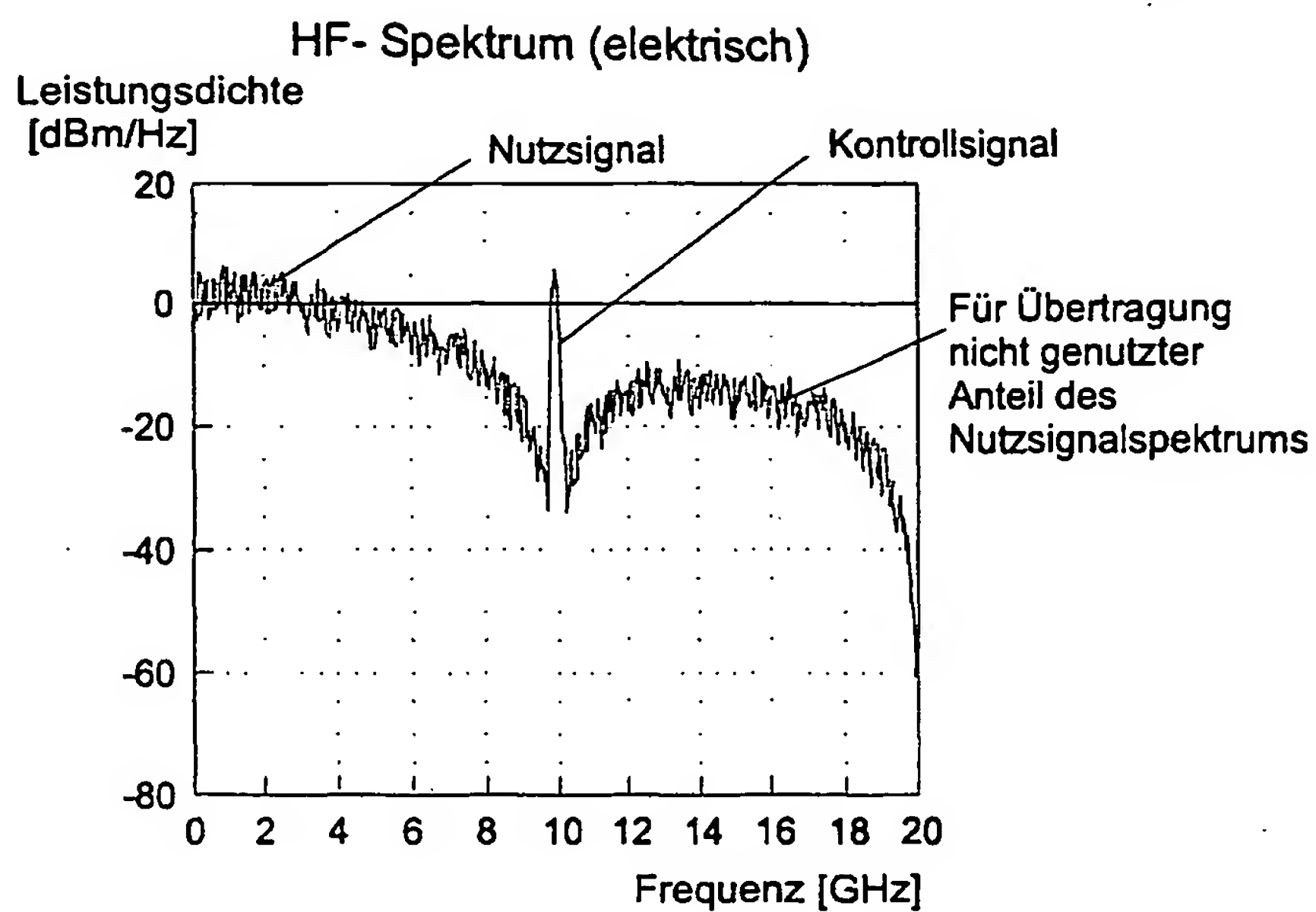
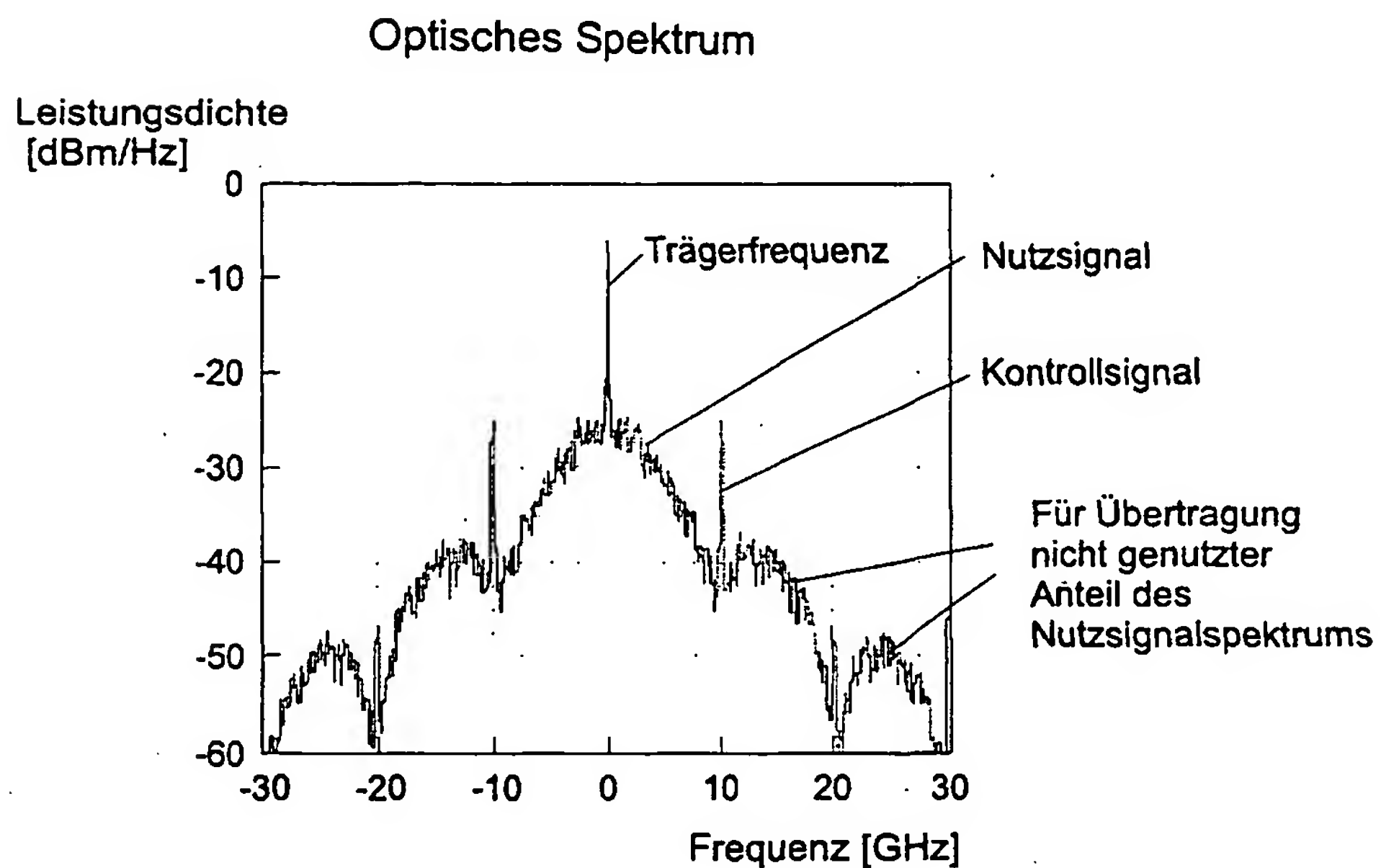


Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**